



Forschungszentrum
Energie und Umwelt

12. Symposium Energieinnovationen

„Alternativen für die Energiezukunft Europas“

15. bis 17. Februar 2012, Graz / Austria

Wege zur Nachhaltigen Energieversorgung - Herausforderungen an Speicher und thermische Kraftwerke

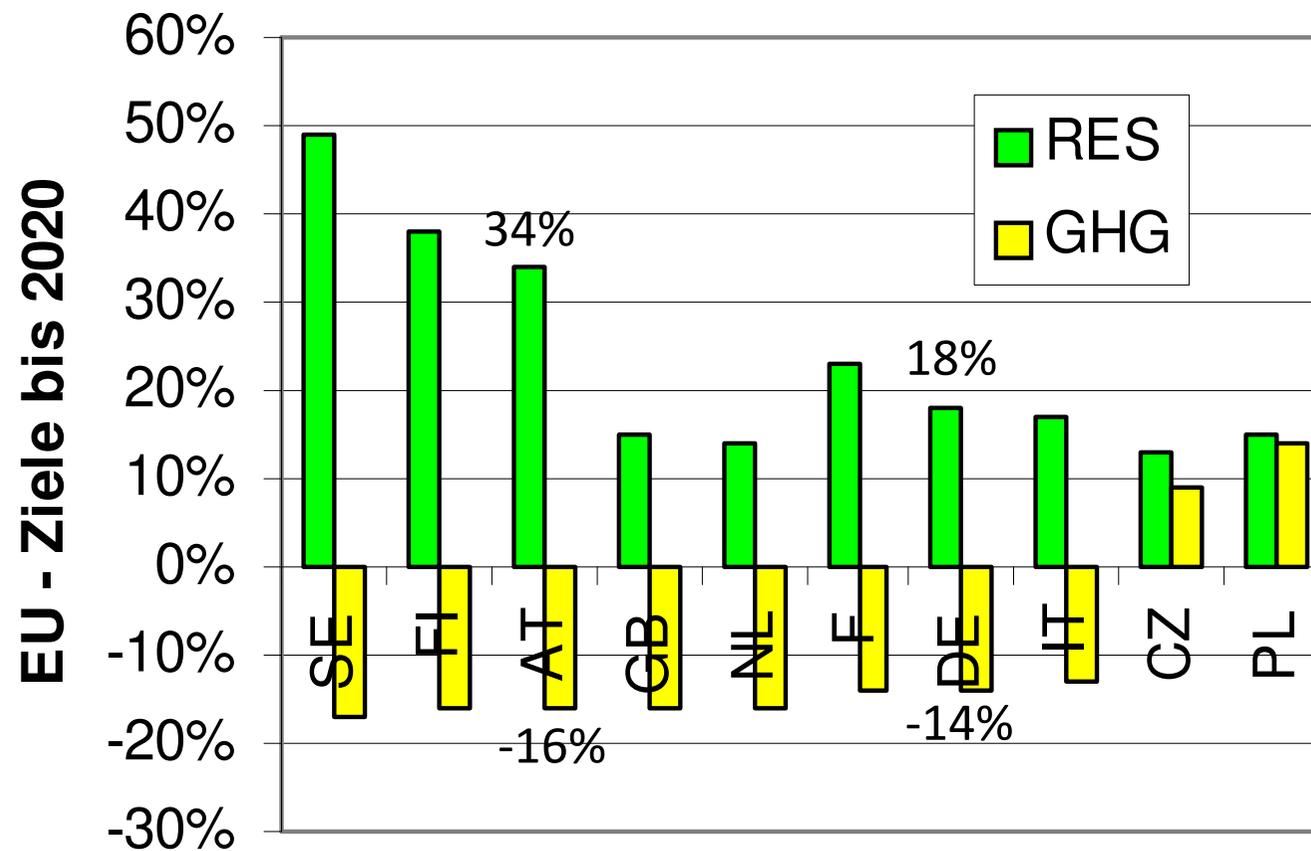
Günther Brauner



EU Package on Climate Change 2008

(Proposal SEC(2008) 85/3)

RES: Renewable Energy portion on end-use, GHG: Green House Gases



SET Plan

Strategic Energy Technology Allocation Plan:
Industrielle Initiative der EU, um Technologien der EE zu entwickeln und damit die Klimaschutzziele in allen Mitgliedsstaaten zu erreichen (20-20-20 until 2020).

- Wind Energy (6 Mrd. €)
 - Windpotenziale erfassen
 - Erprobung neuer Großwindanlagen (on-, offshore)
 - Elektrizität: 20 % bis 2020

SET Plan

- Solar Energy (16 Mrd. €)
 - Entwicklung leistungsfähiger PV-Technologien
 - Solarkonzentratoren
 - Elektrizität: 15% bis 2020
- Electricity Networks (2 Mrd. €)
 - Netzausbau zur Beseitigung von Engpässen
 - Einbindung der EE
 - Intelligente Netze (Interaktion von Energieversorgern und Kunden)

SET Plan

- Energy Efficiency – The Smart Cities Initiative (11 Mrd. €)
 - Energie-Effizienz ist einfachster Weg zur CO₂-Minderung
 - Entwicklung nachhaltiger Städte und Regionen
 - Emissionsminderung um 40% bis 2020
 - 25 bis 30 Städte als Vorreiter für „low carbon“
 - diese bilden Speerspitze für eine neue Generation von nachhaltig versorgten Städten mit „low carbon“ Verkehrssystemen.

SET Plan

- Bio-Energy (9 Mrd. €)
 - Entwicklung einer nachhaltigen Bio-Energie Industrie
 - Elektrizität: 15% bis 2020
- Carbon Capture and Storage (13 Mrd. €)
 - Effiziente CO₂ –Speicherung
 - 30 – 50 €/t CO₂ bis 2020
- Kernkraftwerke der 4. Generation (7 Mrd. €)
 - Entsorgung von Abfällen besser lösen
 - Endlagerstätten entwickeln

SET Plan

- Brennstoffzellen und Wasserstofftechnologie (5 Mrd. €)
 - Bestehende Technologie-Plattform weiterentwickeln
 - Demonstrationsprojekte für stationäre und mobile Anlagen

National Renewable Energy Action Plan NREAP 2020

- Alle EU-Staaten gaben im Jahr 2010 Prognosen bis 2020 ab
 - Entwicklung Wasserkraft, Wind, PV, Biomasse
 - Ausbau der Speicher und Pumpspeicher
 - Erreichen der vorgegebenen Zielwerte für EE an der Gesamtenergie
 - Erreichen der Zielwerte im Bereich Elektrizität

National Renewable Energy Action Plan

NREAP 2020, Electricity (EU)

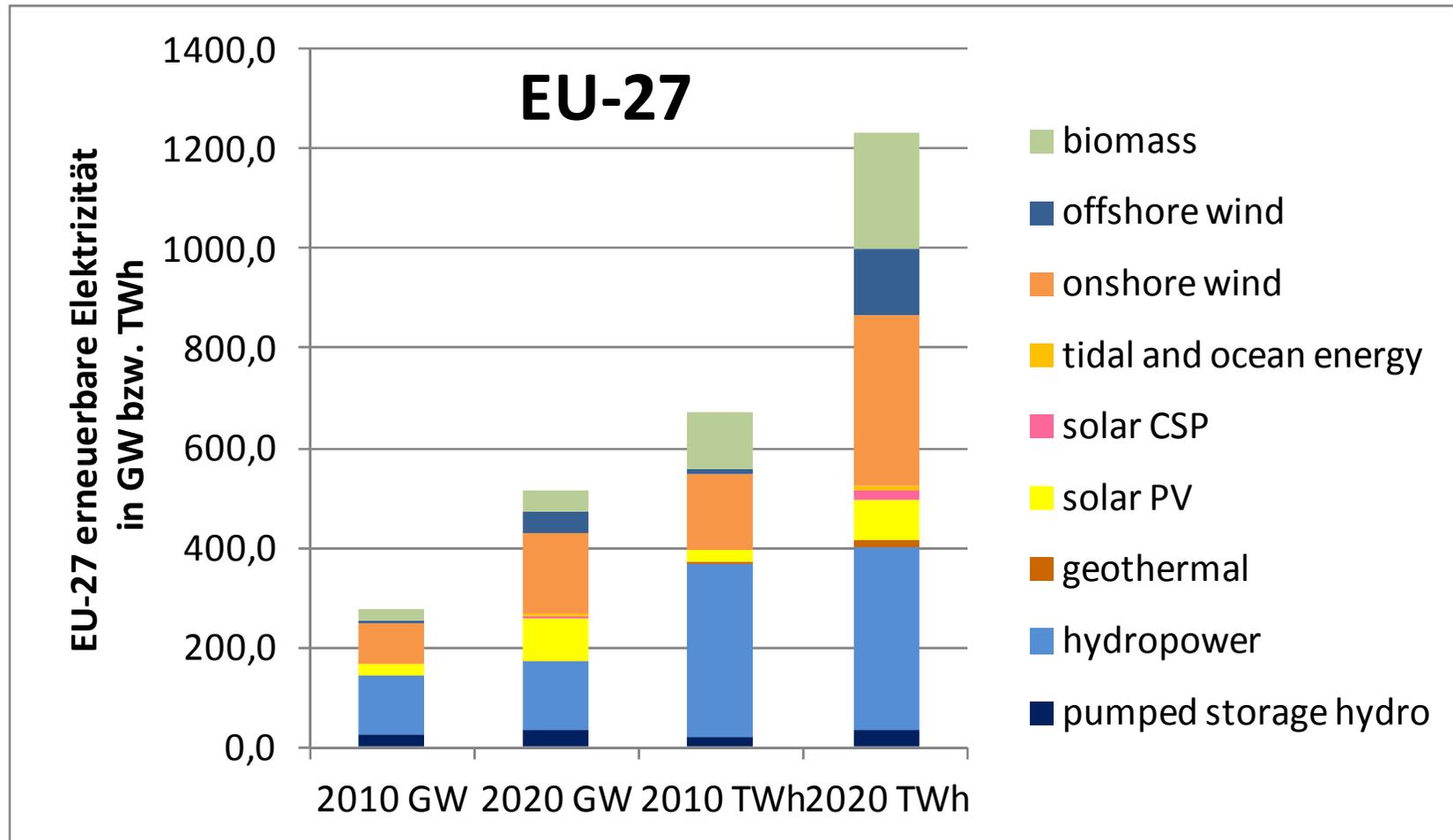
2020	Hydro	Geoth.	PV	CSP	Wind	Biomass	RES-Electr.
Austria	56,8%	0,0%	0,4%	0,0%	6,5%	6,9%	70,6%
France	13,1%	0,1%	1,1%	0,2%	10,6%	3,1%	27,6%
Germany	3,6%	0,3%	7,4%	0,0%	18,6%	8,8%	38,6%
Italy	11,5%	1,8%	2,6%	0,5%	5,5%	5,1%	26,4%
UK	1,7%	0,0%	0,6%	0,0%	20,8%	6,9%	31,0%
Total EU	11,4% 136 GW	0,3%	2,6% 80 GW	0,6%	15,1% 180 GW	6,4%	36,71%

Austria 2020:

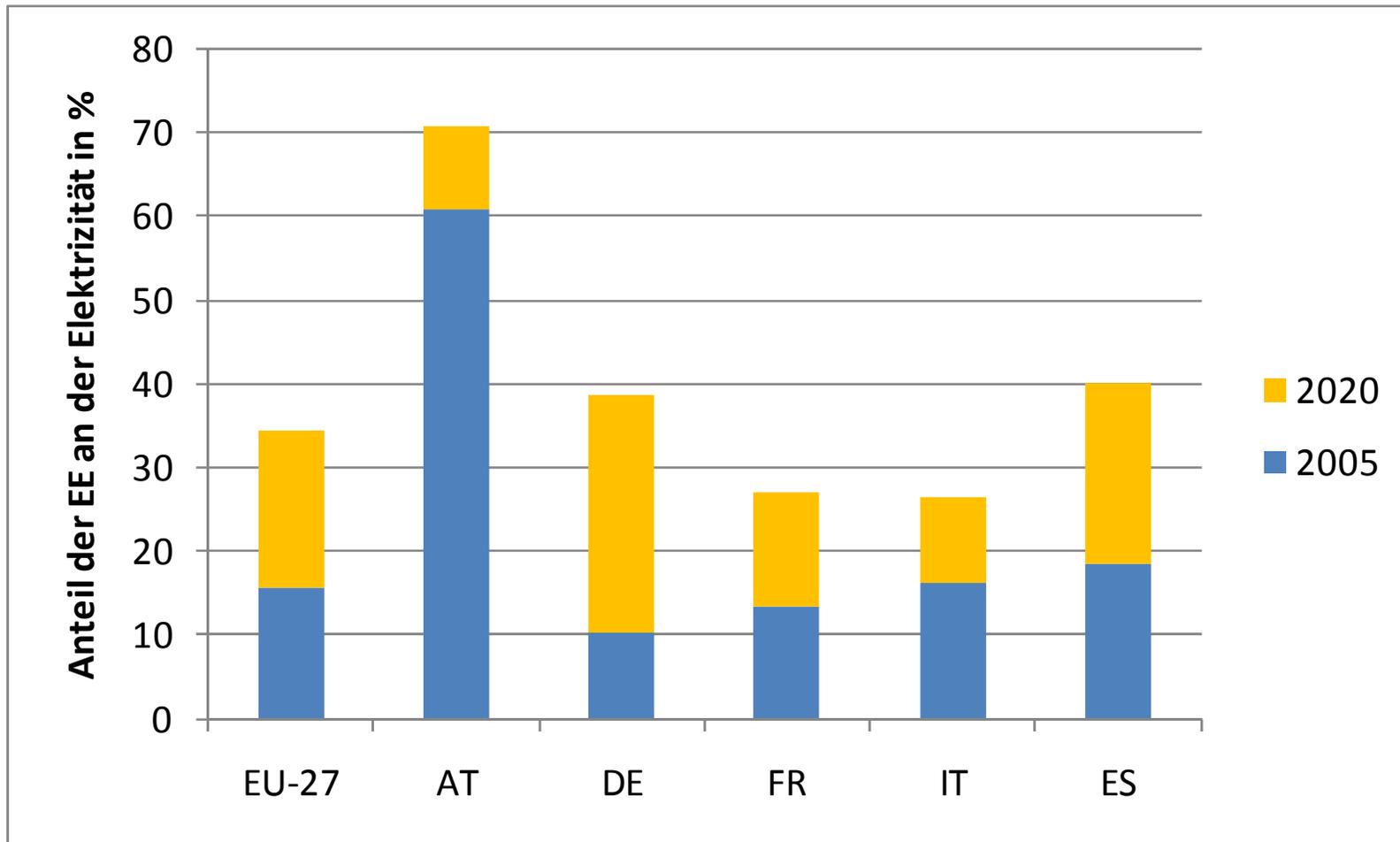
large hydro	7.707 MW	36.071 GWh
small hydro < 10MW	1.091MW	6.041 GWh
pumping	4.285MW	2.732 GWh
geothermal	1MW	2 GWh
photovoltaic	322 MW	306 GWh
Wind onshore	2.578MW	4.811 GWh
biomass	1.281 MW	5.147 GWh

NREAP EU-27

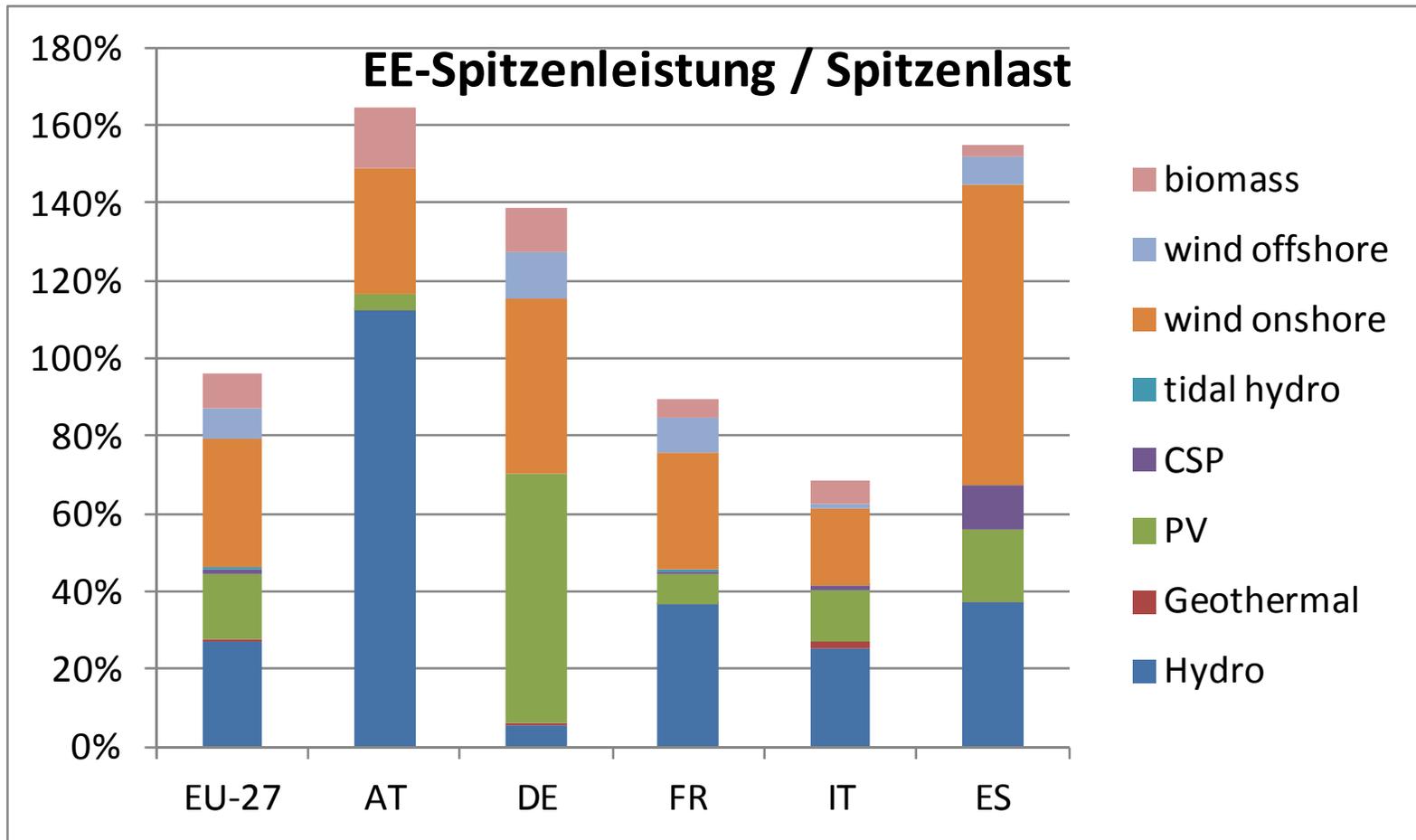
Erneuerbare Elektrizität: Leistung und Arbeit



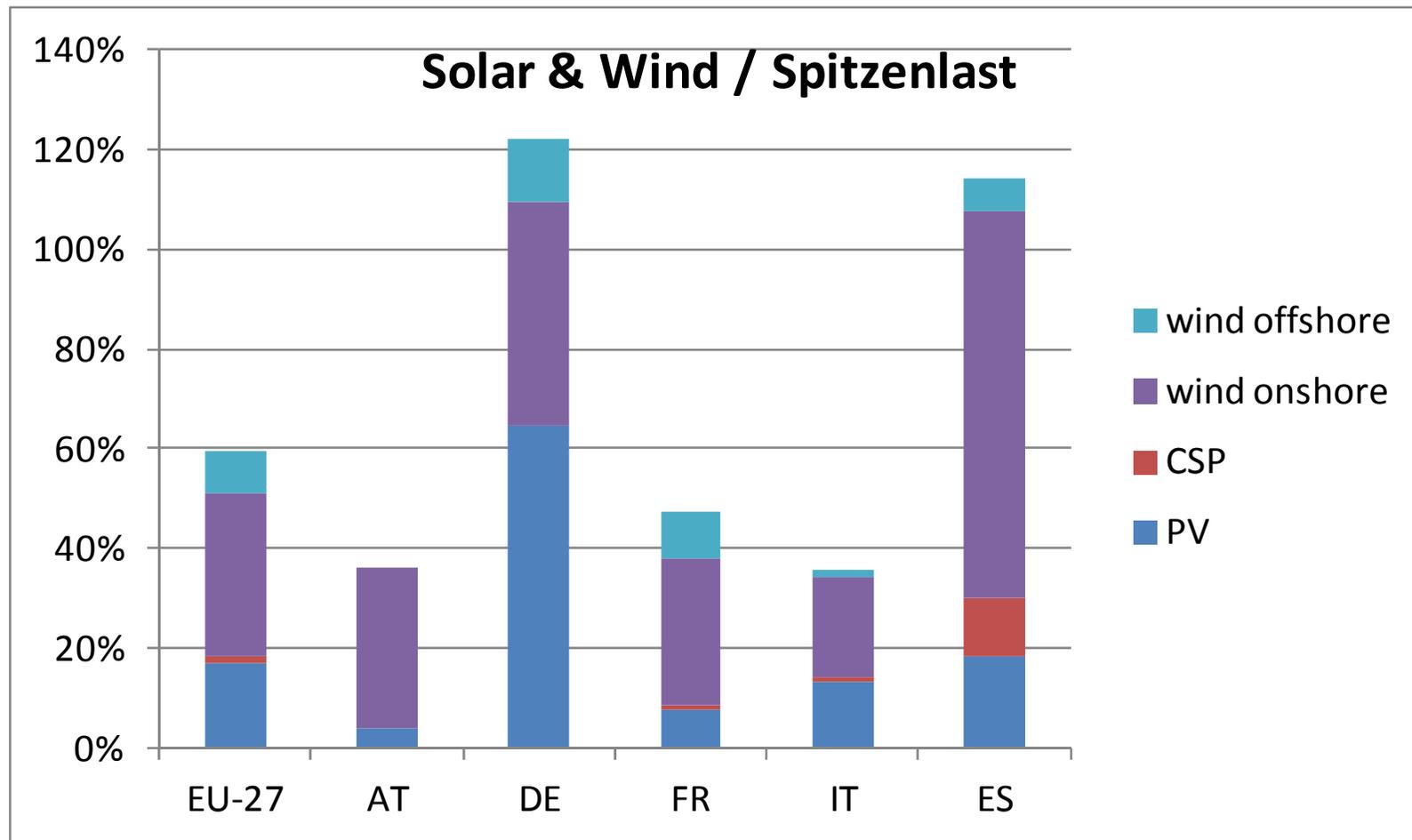
NREAP EU-27: Anteil EE an Elektrizität



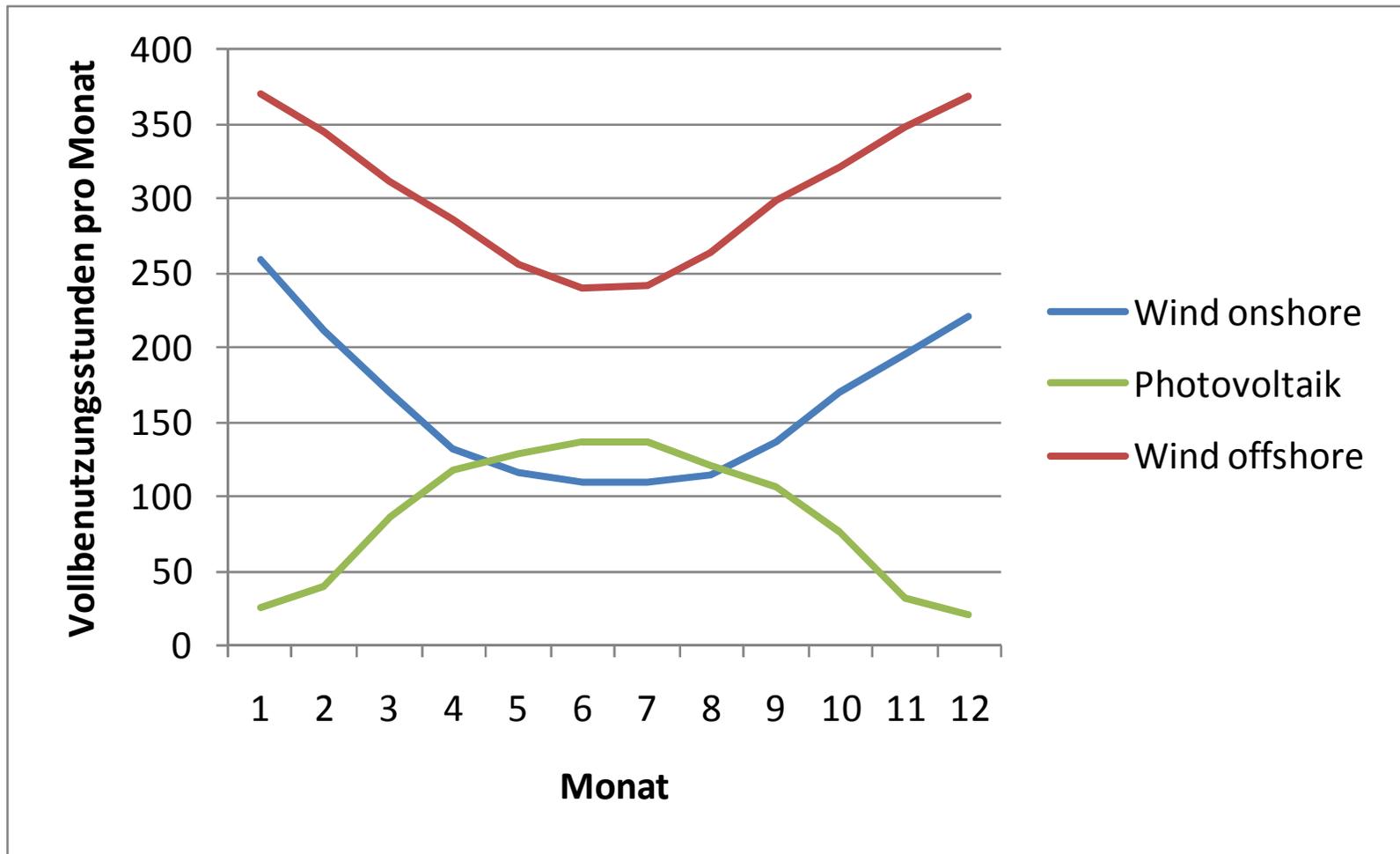
EE im Verhältnis zur Spitzenlast 2020



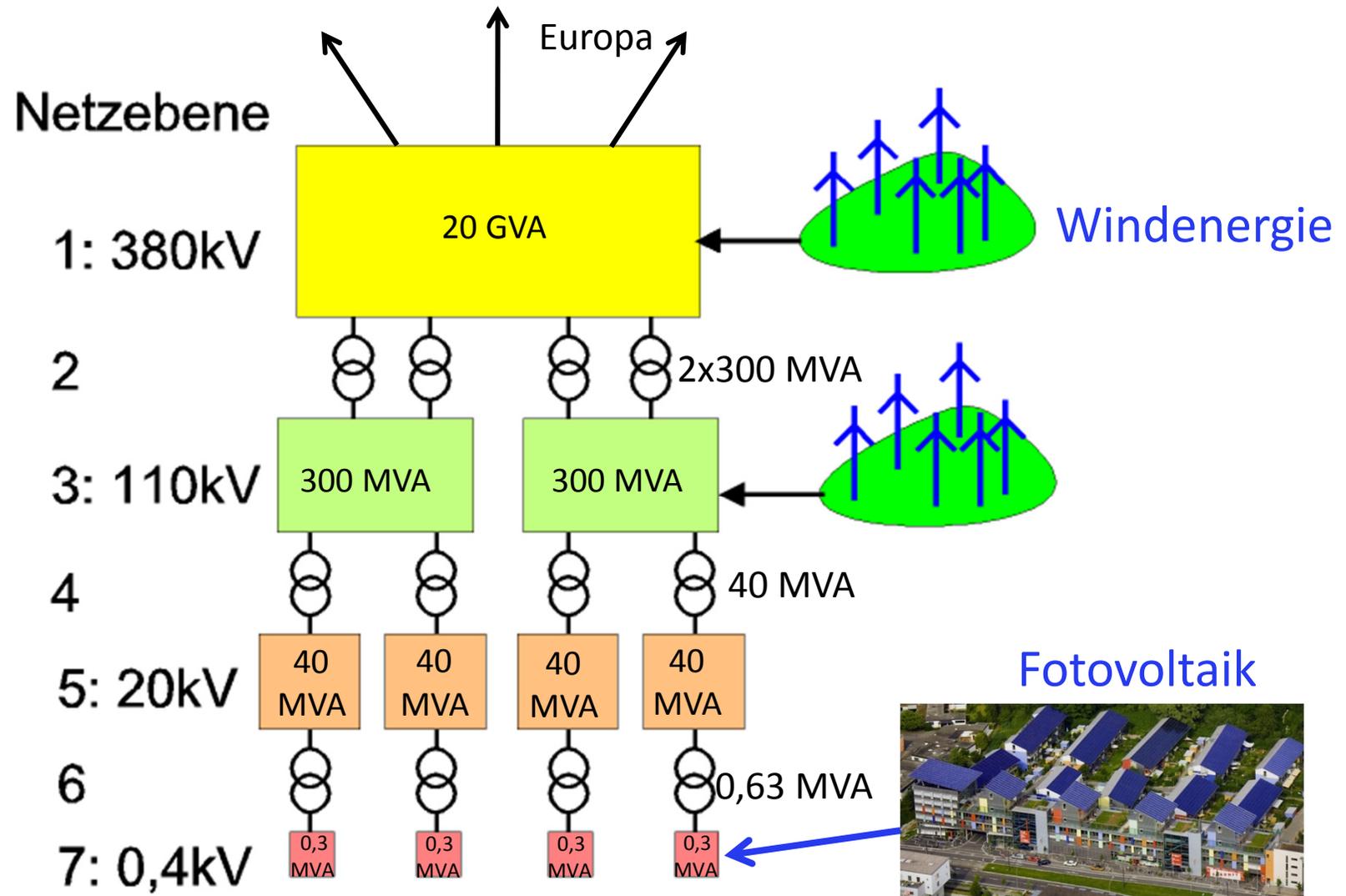
Anteil der fluktuierenden EE in 2020



Monatliche Volllaststunden Wind und PV



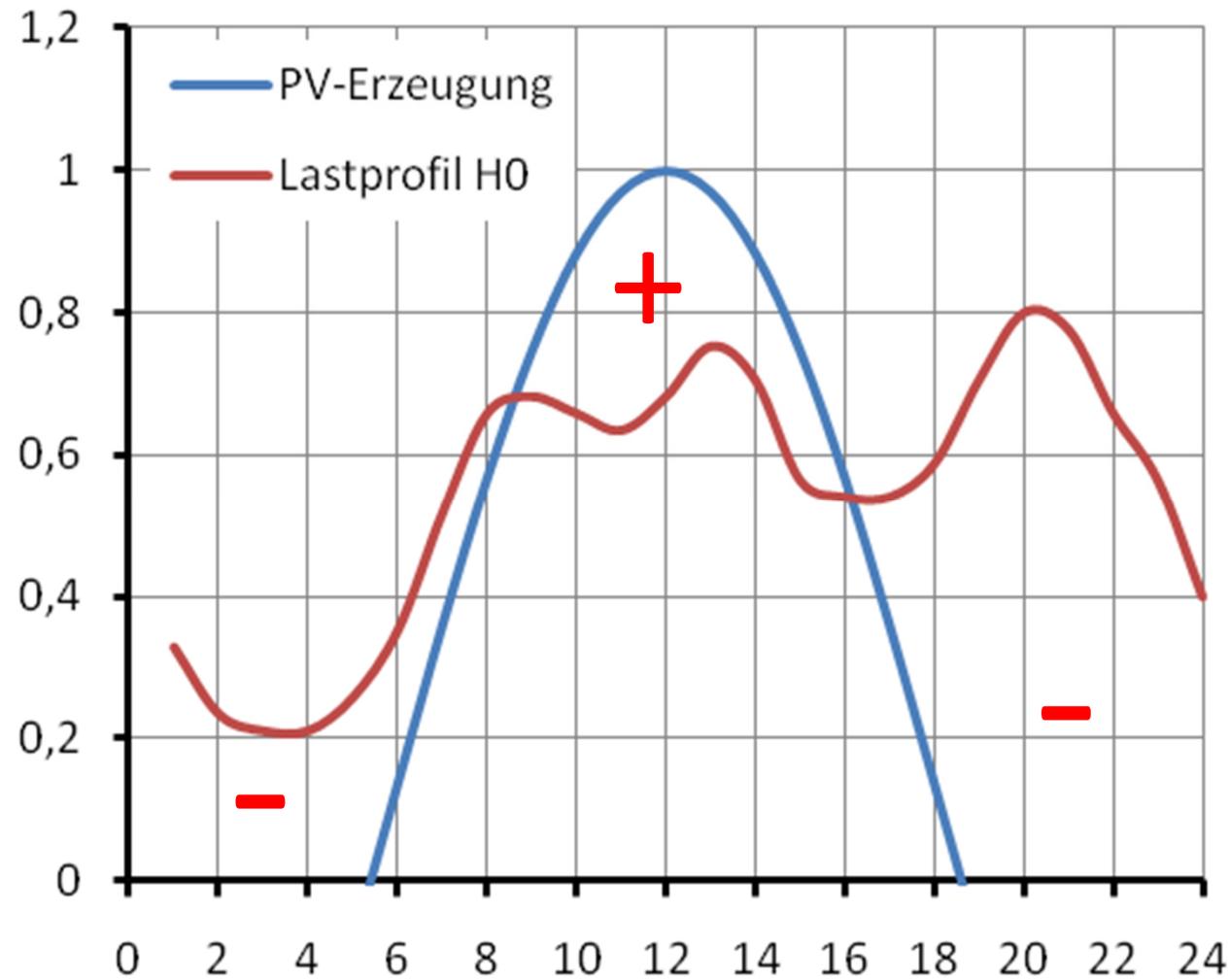
Aufbau der Übertragungs- und Verteilnetze



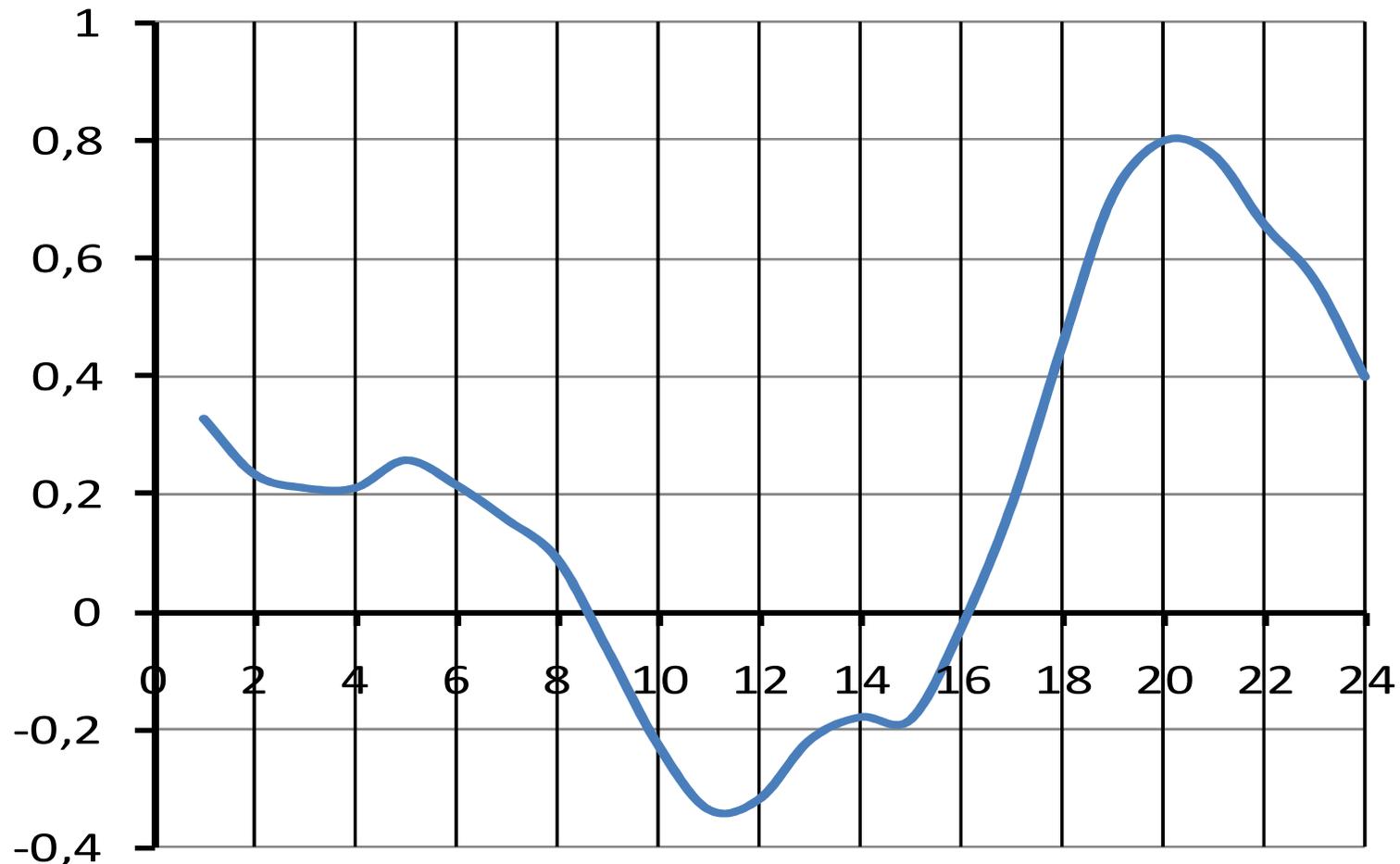
Energieaktive Siedlung mit Fotovoltaik



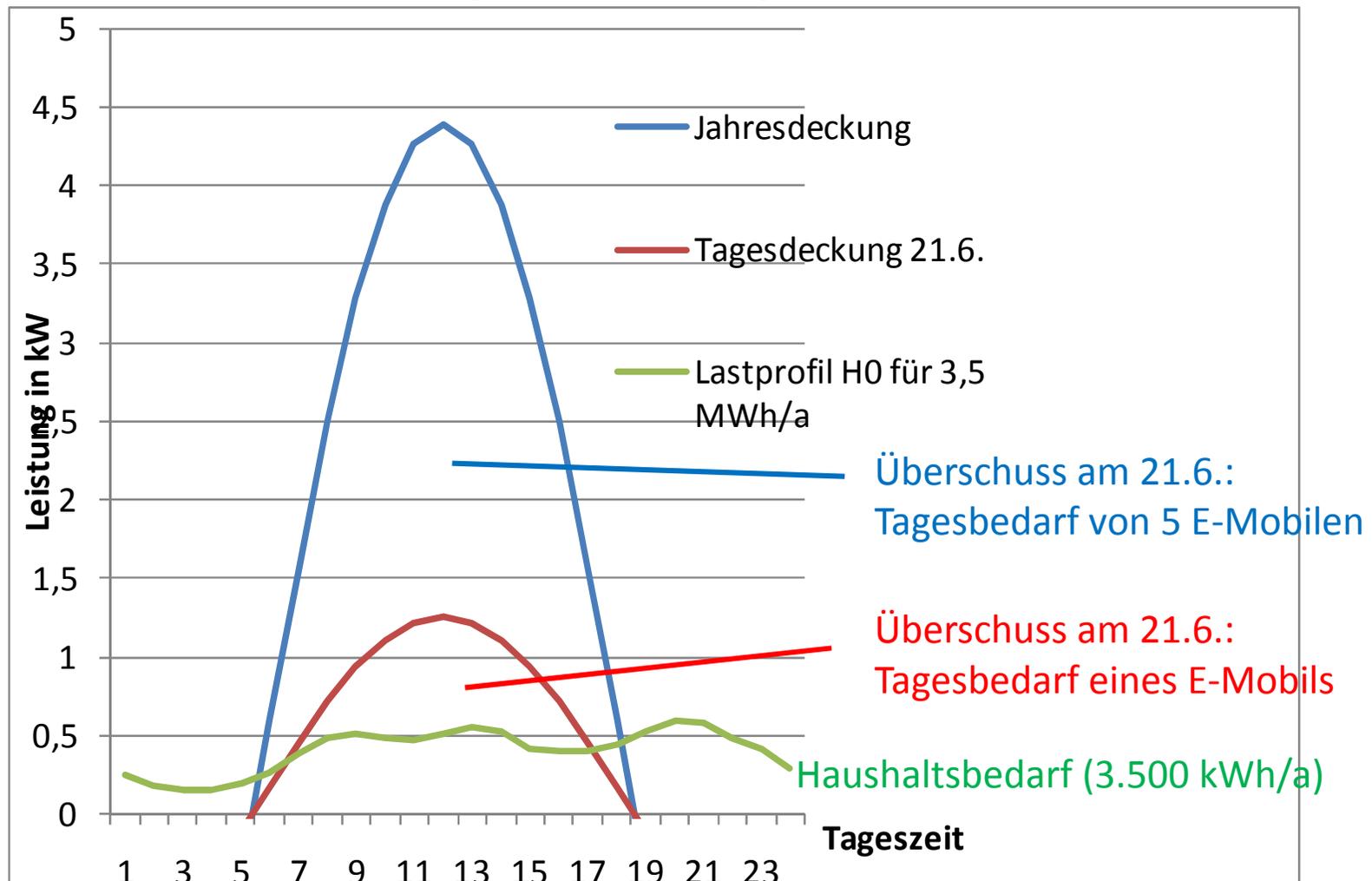
Erzeugung und Last in einer energieaktiven Siedlung



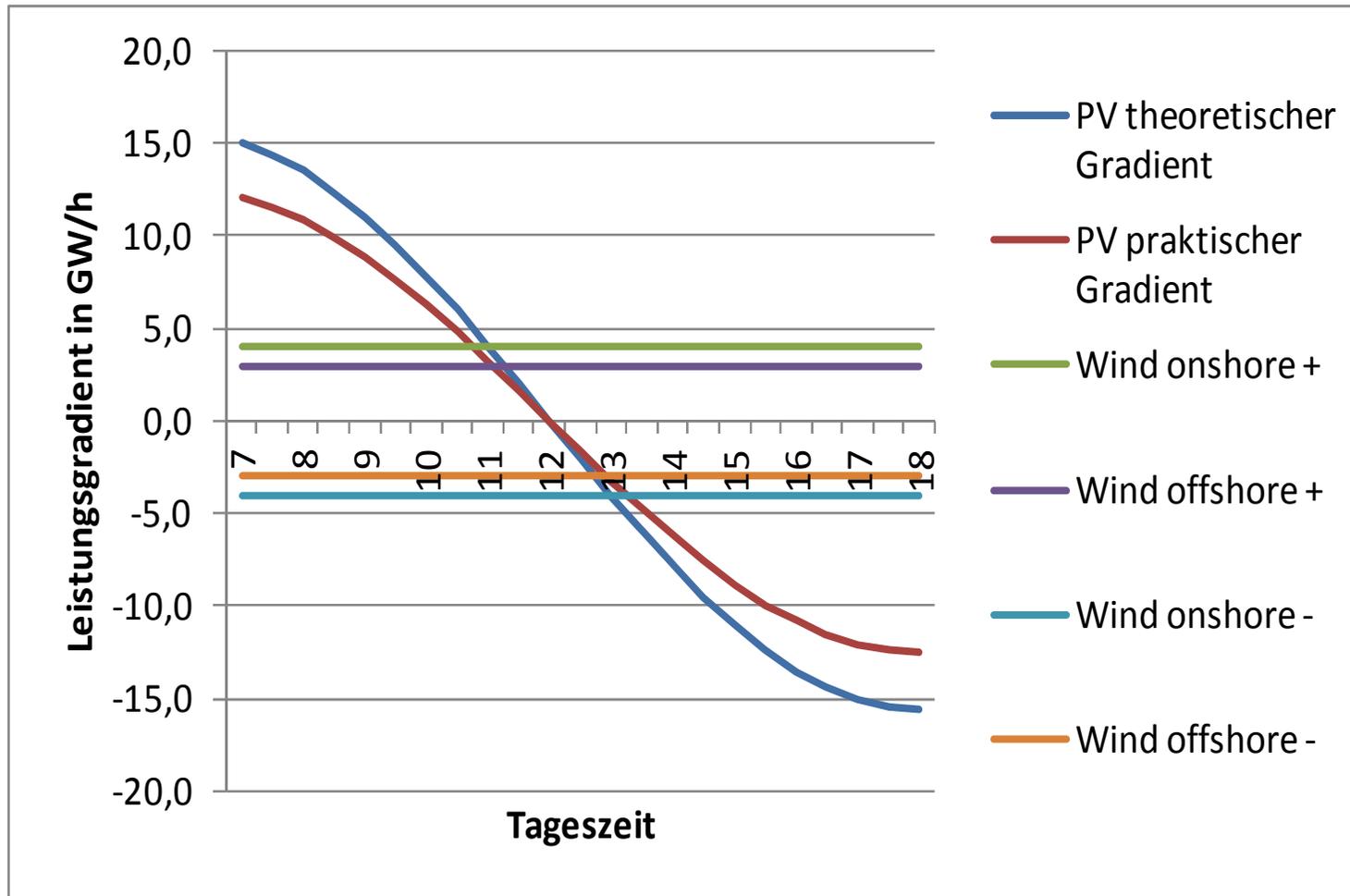
Ausgleichsenergie einer energieaktiven Siedlung ohne Speichermöglichkeit



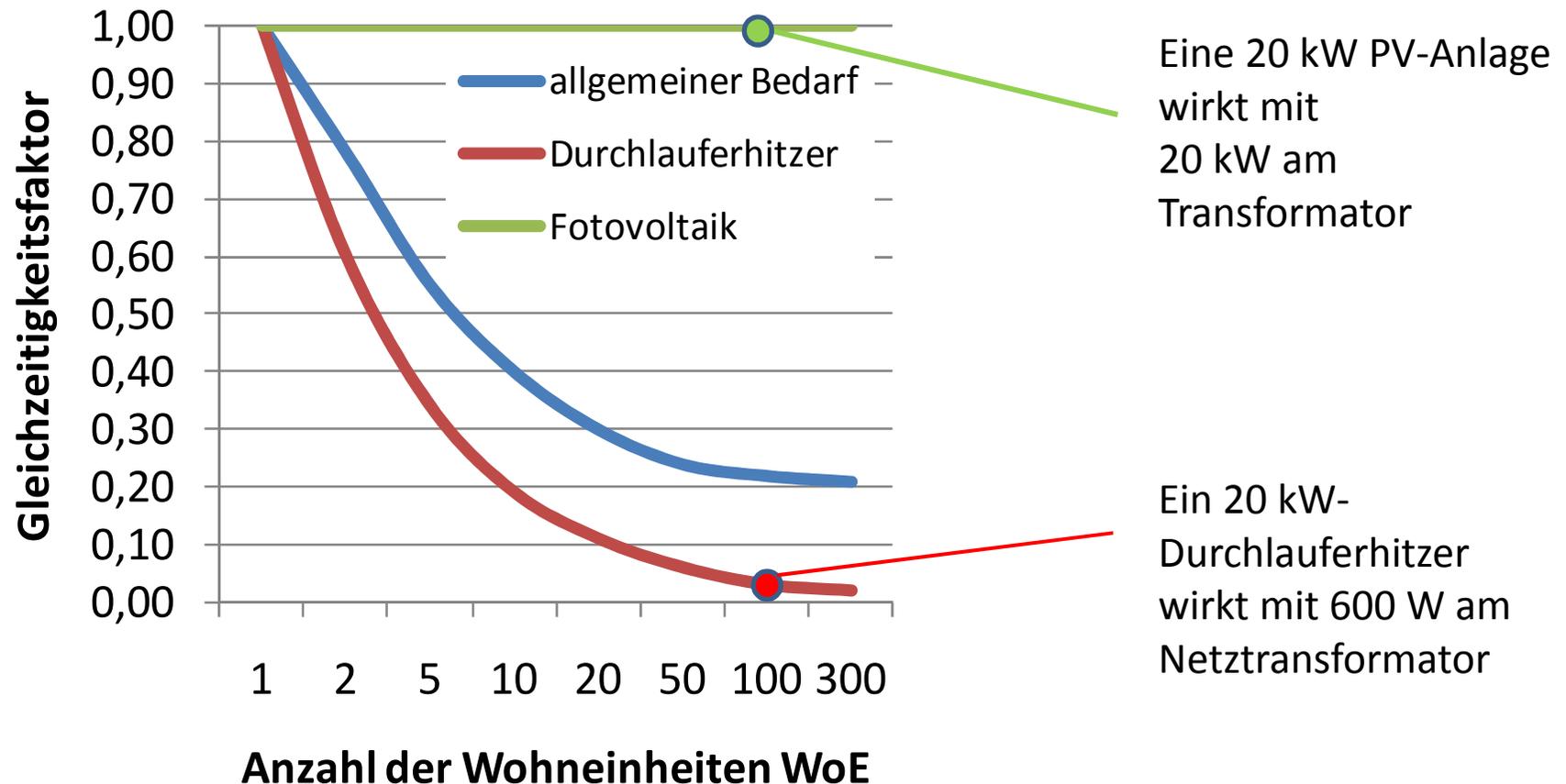
Auslegung von PV-Anlagen für Elektrische Jahresdeckung 4,4 kW bzw. Tagesdeckung 21.6.: 1,25 kW



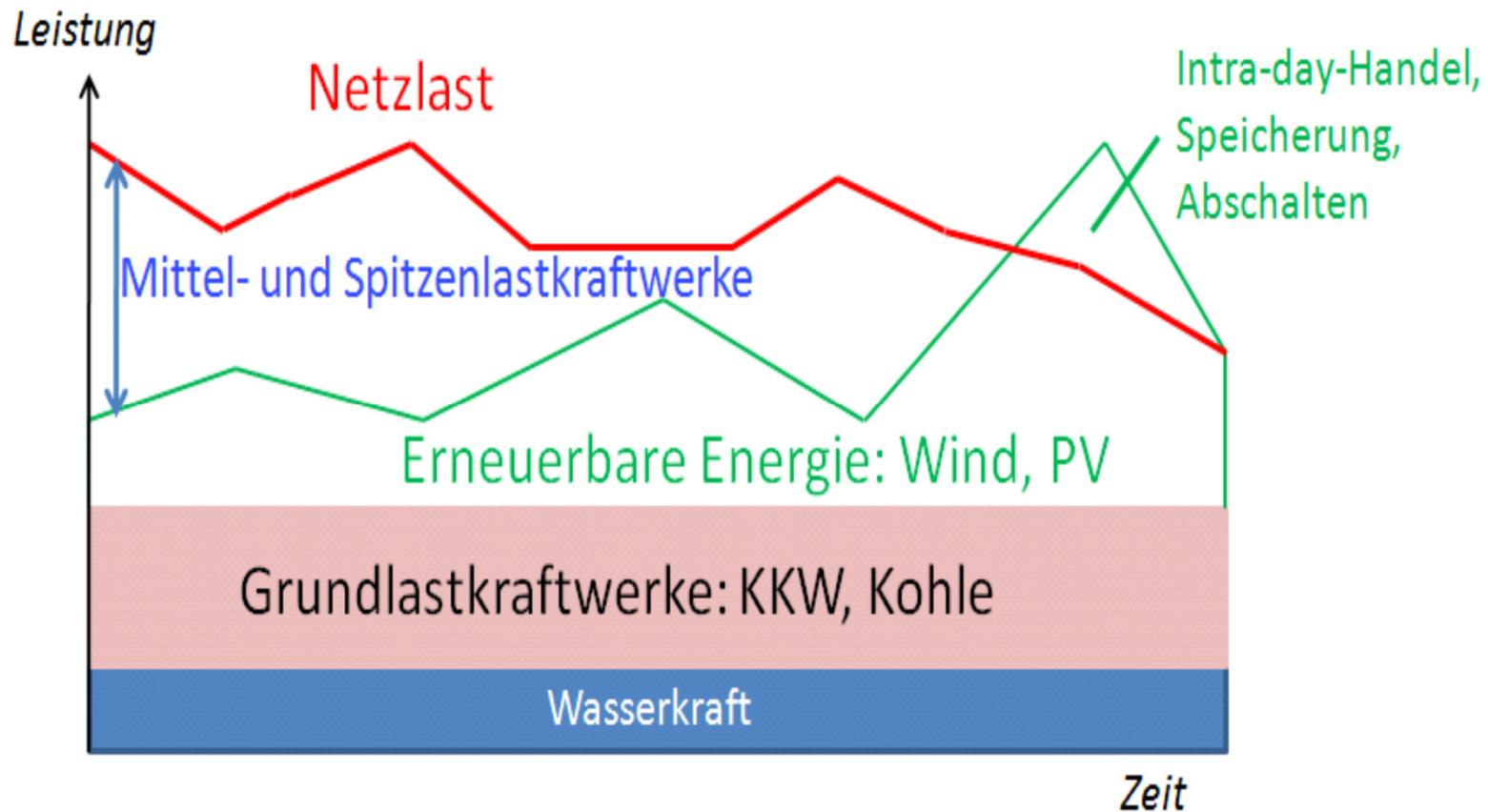
Tageszeitliche PV-Gradienten in DE 2020



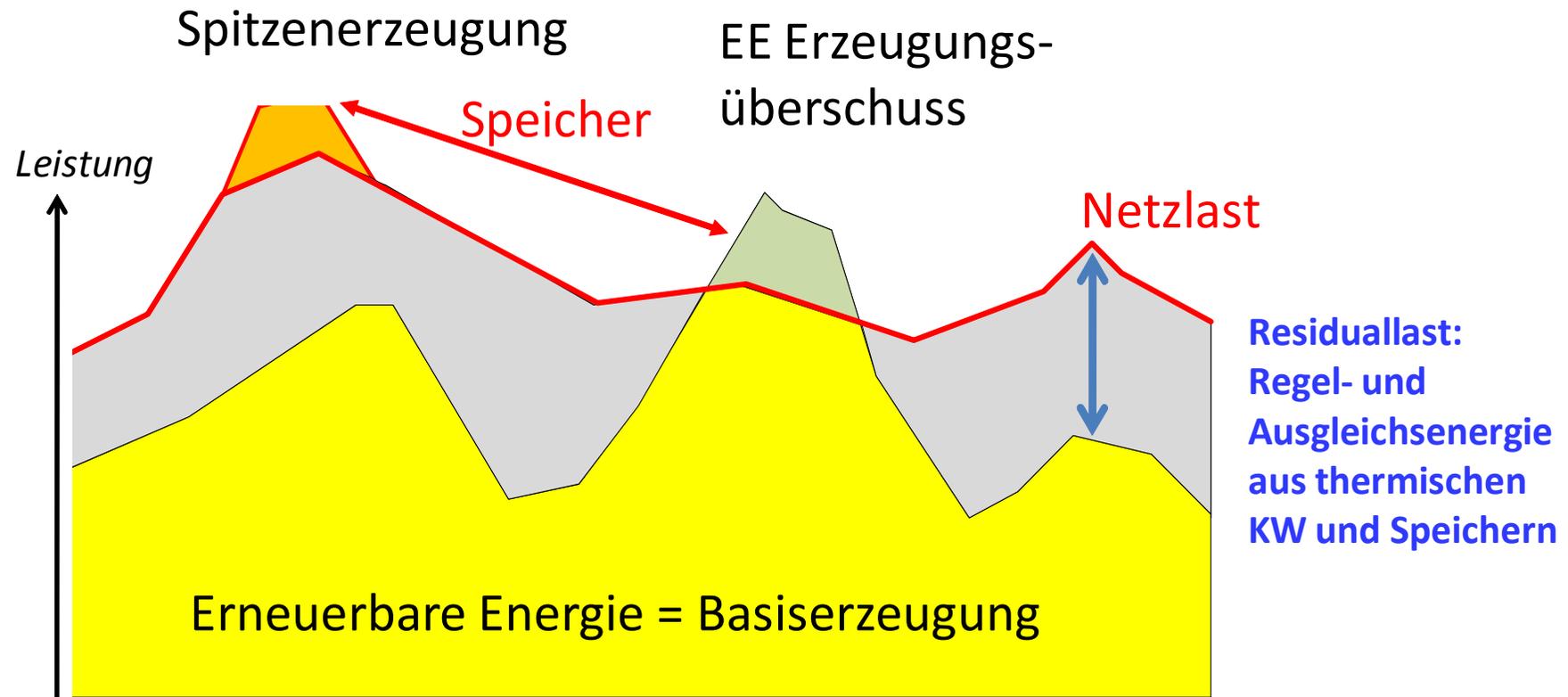
Gleichzeitigkeitsfaktor im Niederspannungsnetz



Kraftwerks- und Netzbetrieb heute



Kraftwerksbetrieb bei EE: Erneuerbare Energien haben Vorrang, Grundlast muss abschaltbar sein



Goldisthal / Thüringen / e.on

1060 MW, 8 h, 9000 MWh,

302 m, 12 Mio m³





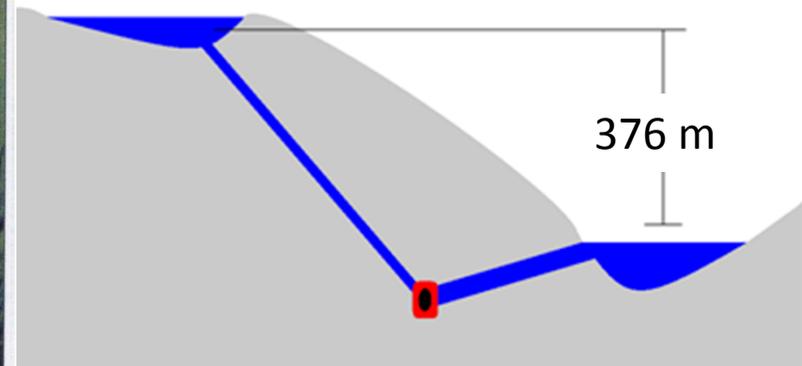
Kaprun: Limberg II Pumpspeicher

2 x 80 Mio. m³

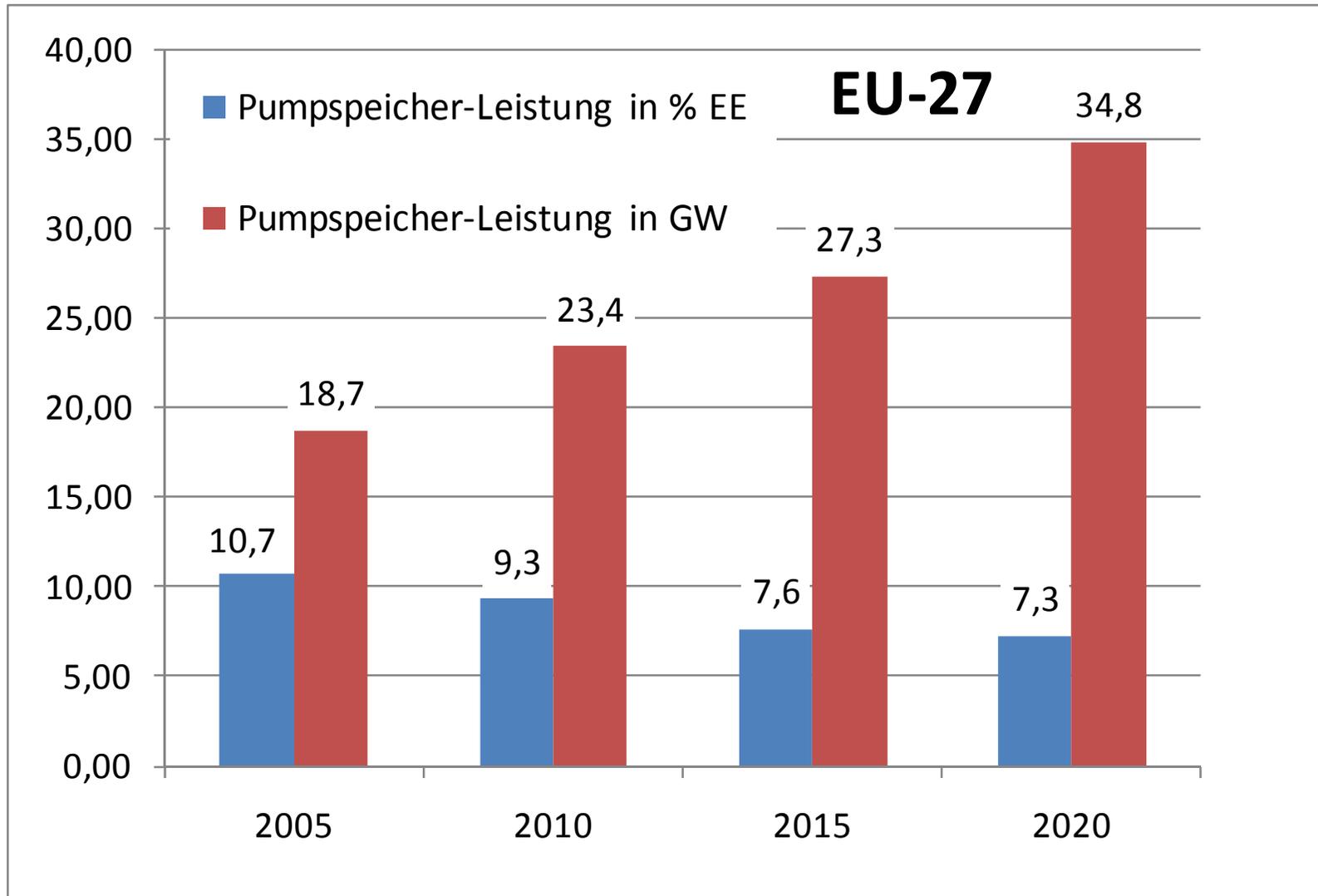
75.000 MWh

Pump-Turbinen 2x240MW

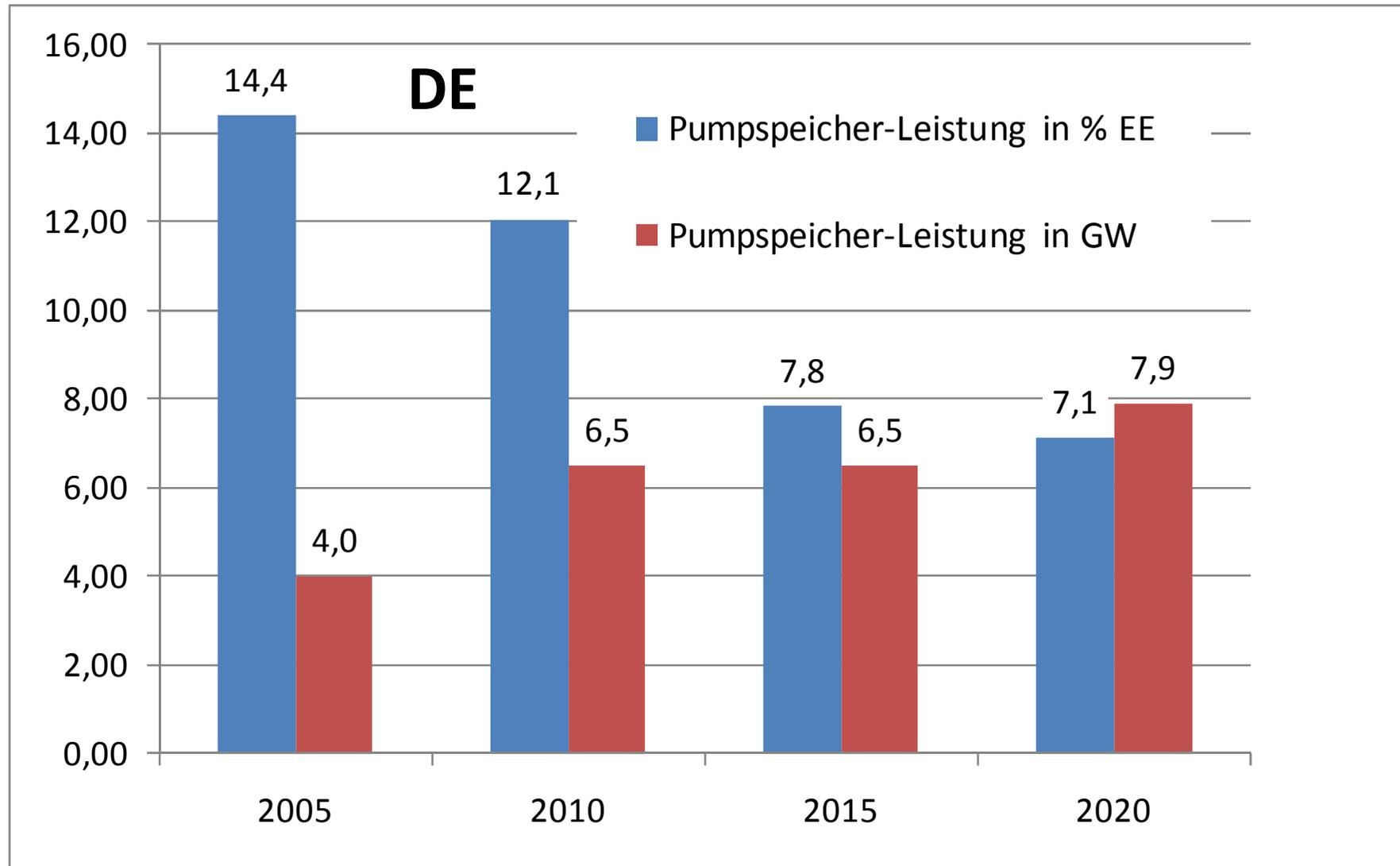
Lade- / Enladezeit:
150 Stunden



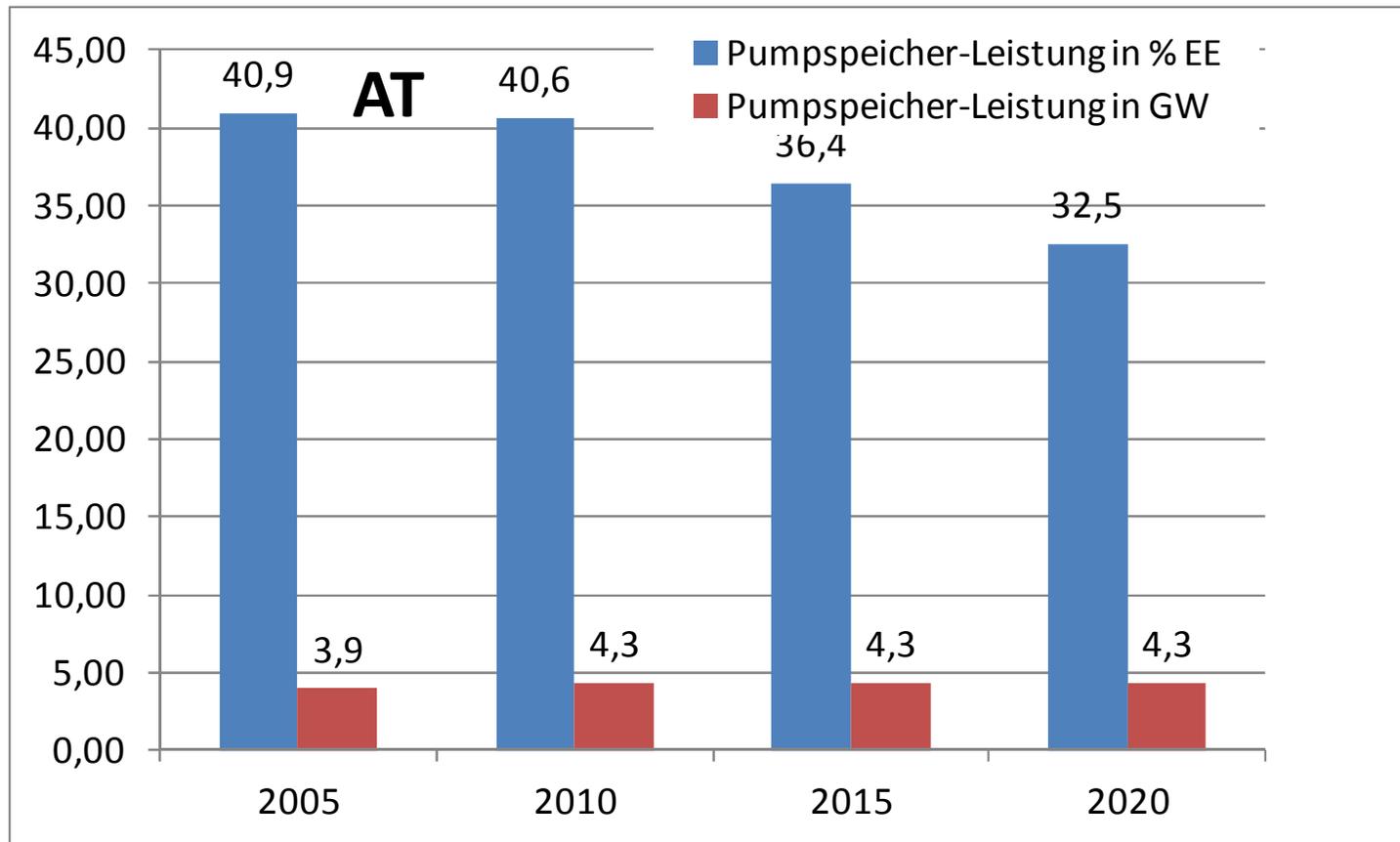
Pumpspeicherleistungen in der EU bis 2020



Pumpspeicherleistungen in DE bis 2020



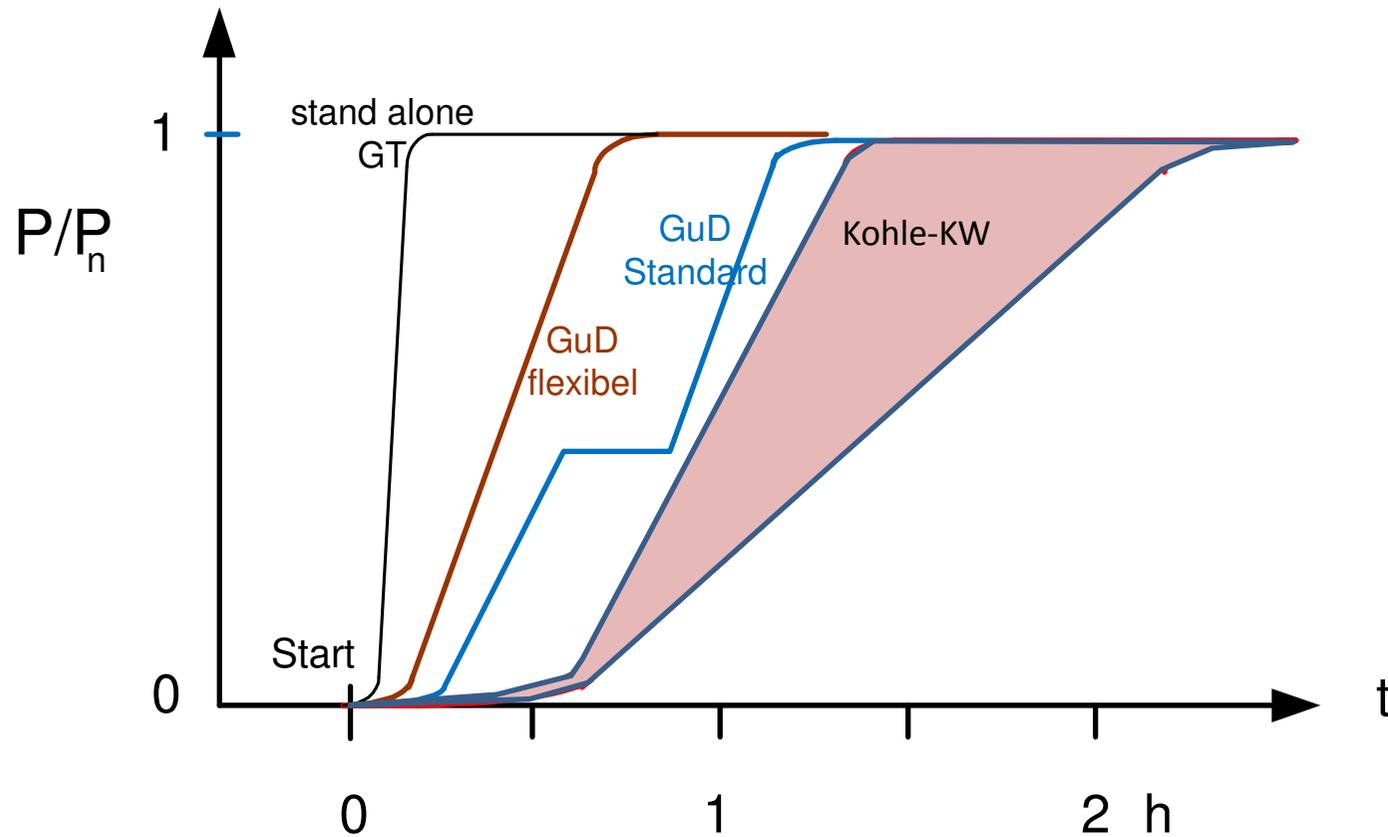
Pumpspeicherleistungen in AT bis 2020



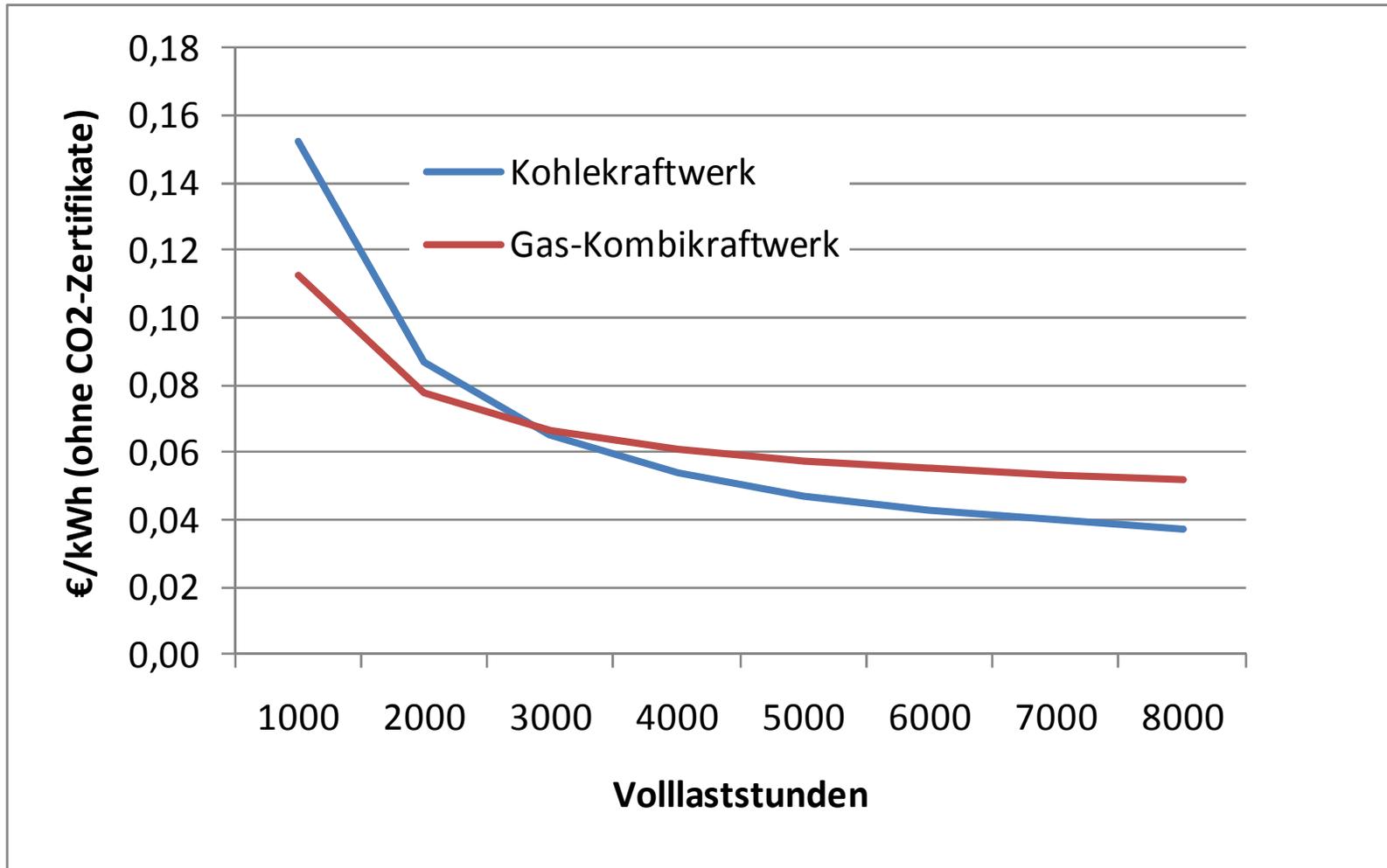
Erzeugungsgradienten von Wind und PV in Deutschland 2020

	installierte Leistung	1h-Gradient	3h-Gradient
Onshore Wind	42 GW	4 GW/h	2,5 GW/h
Offshore Wind	16 GW	3 GW/h	2 GW/h
Photovoltaik	60 GW	12 GW/h	8 GW/h
Planerischer Maximalgradient		15 GW/h	10 GW/h

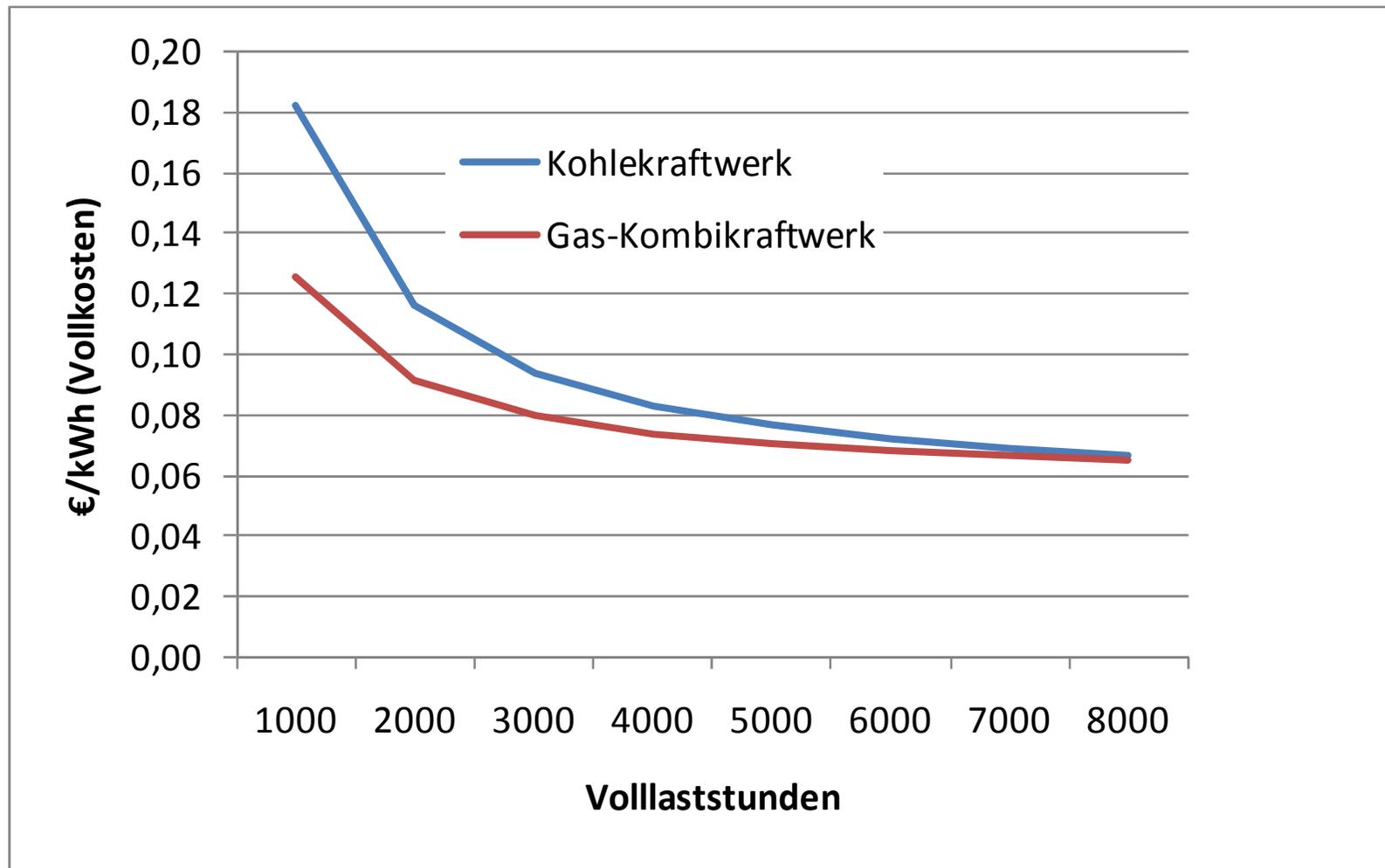
Leistungsgradienten von thermischen Kraftwerken



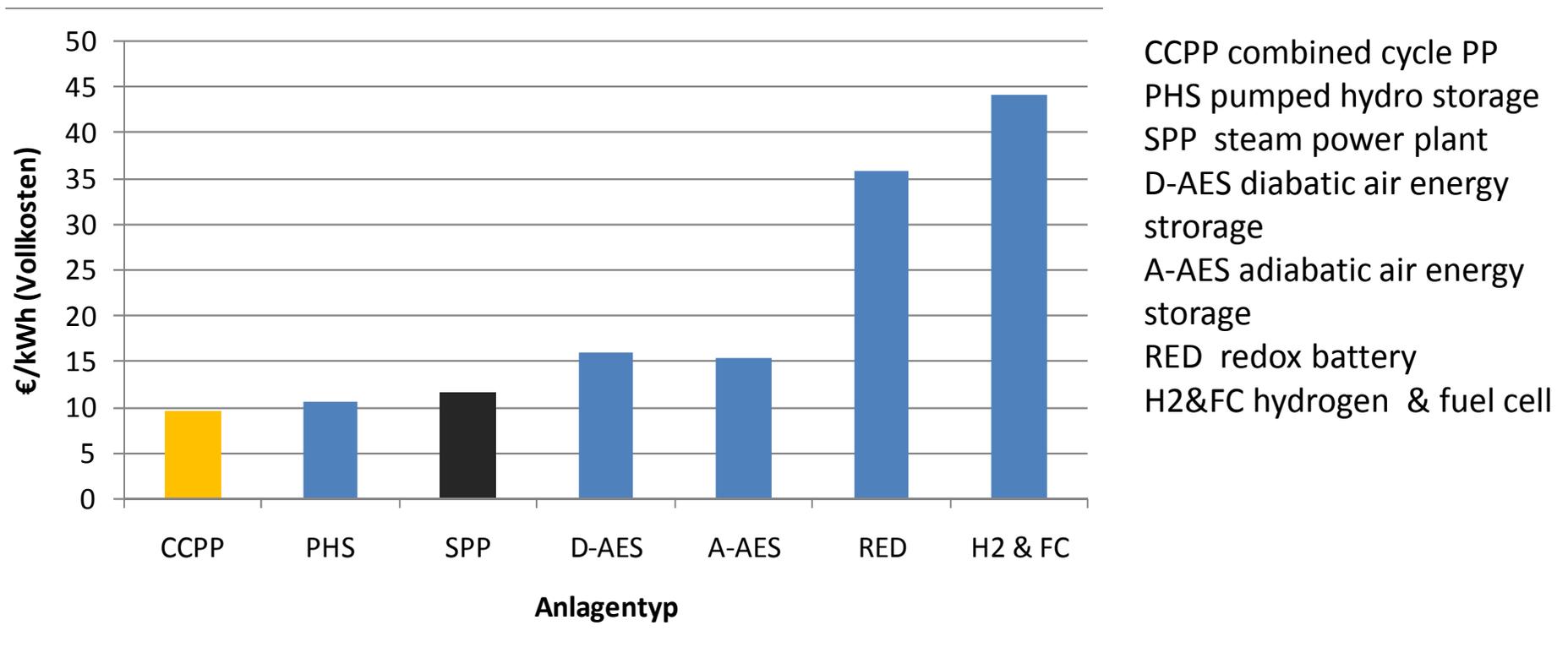
Thermische Erzeugungskosten 2020 ohne CO₂-Zertifikate



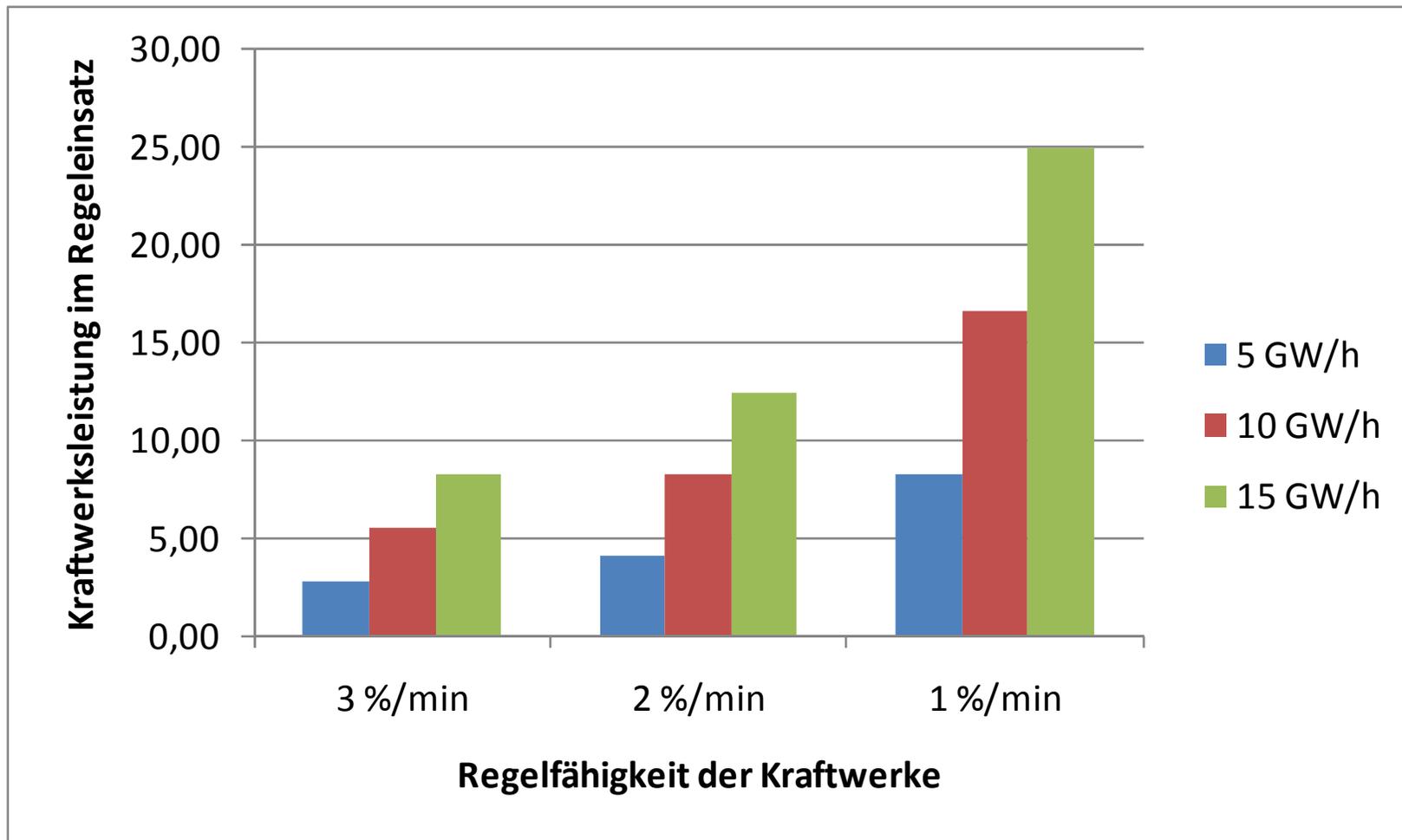
Thermische Erzeugungskosten 2020 mit CO₂-Zertifikaten (24 €/t CO₂)



Kostenvergleich von Speichertechnologien



Erforderliche thermische Kraftwerksleistung in GW im Regeleinsatz



Zusammenfassung

- Die nachhaltige Energieversorgung erfordert eine stark leistungsorientierte Systemauslegung.
- Die Pumpspeicherkraftwerke werden sich bis 2020 in ihrer Kapazität verdoppeln, im Vergleich zu dem Ausbau der EE in ihrer relativen Leistung aber halbieren.
- Als Backup-Versorgung sind thermische Kraftwerke erforderlich, die flexibel einsetzbar sind.
- Neue thermische Kraftwerke müssen die fehlenden Pumpspeicher ersetzen. Ihre spezifischen Erzeugungskosten sind mit Pumpspeichern vergleichbar.

Danke für Ihre Aufmerksamkeit !

**em. Univ. Prof. Dr. Ing. Günther Brauner
TU Wien**

Institut für Energiesysteme und Elektrische Antriebe

Gusshausstrasse 25/370-1, 1040 Wien

Tel.: +43 1 58801 370110

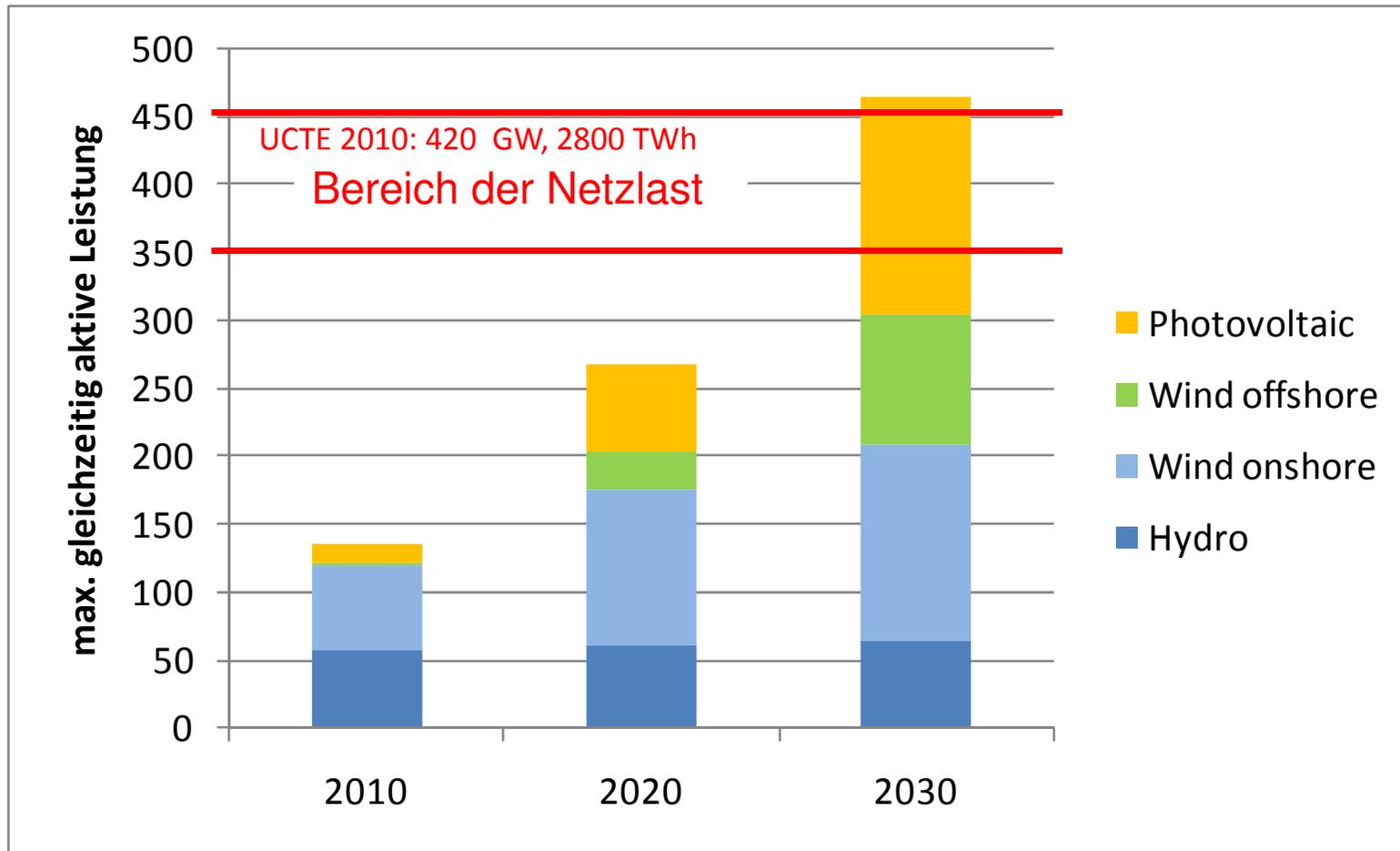
e-mail: guenther.brauner@tuwien.ac.at

EU Klimaschutzpaket: „20-20-20 by 2020“

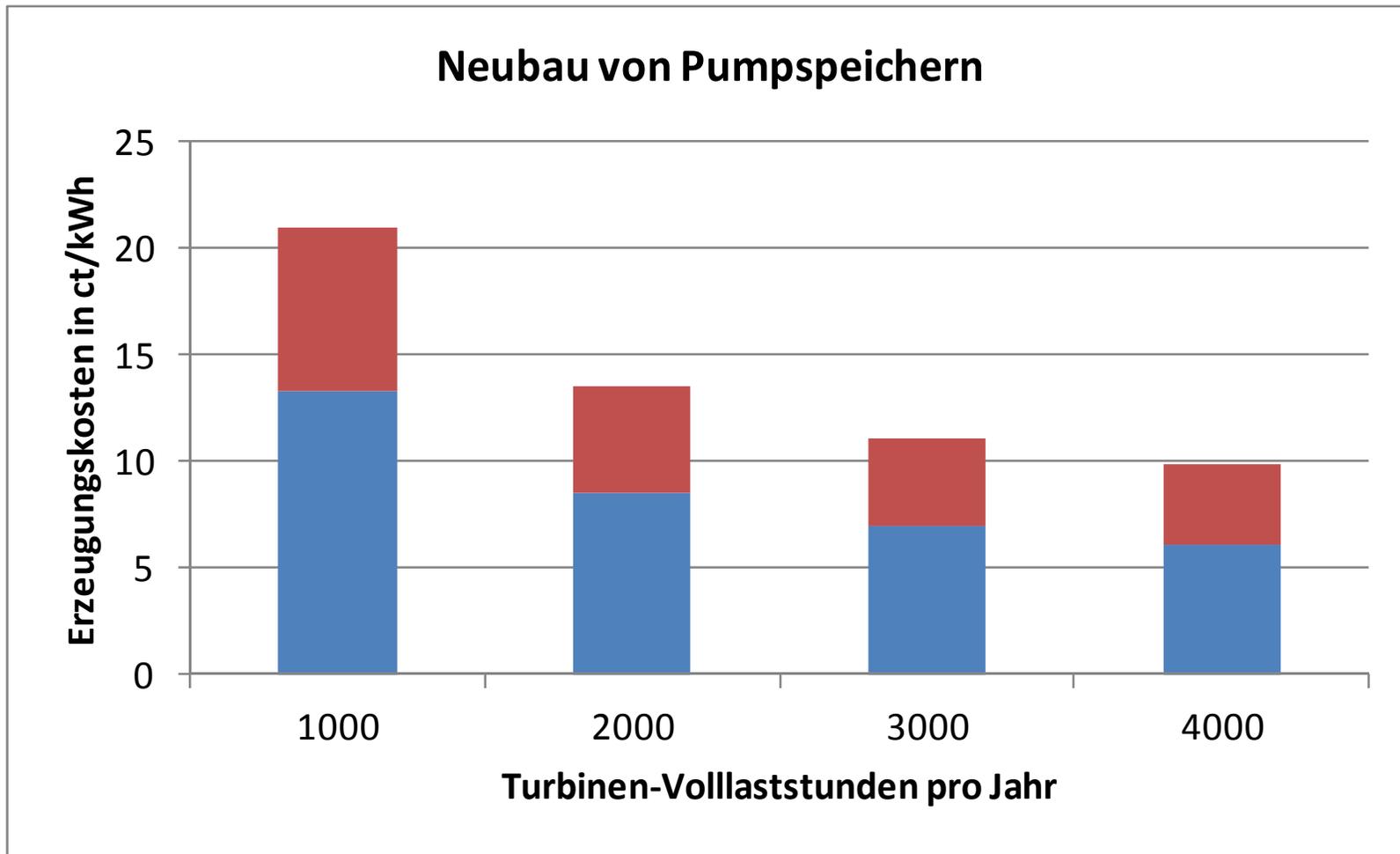
- SEC(2008)85/3: Package for implementing measures for EU's objectives on climate change and renewable energy for 2020
- COM (2008)30: 20 20 by 2020: Europe's climate change opportunity
 - Reduction of greenhouse gas emissions by 20 % (30%) until 2020
 - Share of 20 % of renewable energy on energy consumption
- COM (2006)545: Action plan for energy efficiency: realizing the potential
 - Energy saving by 20% until 2020

RES in EU

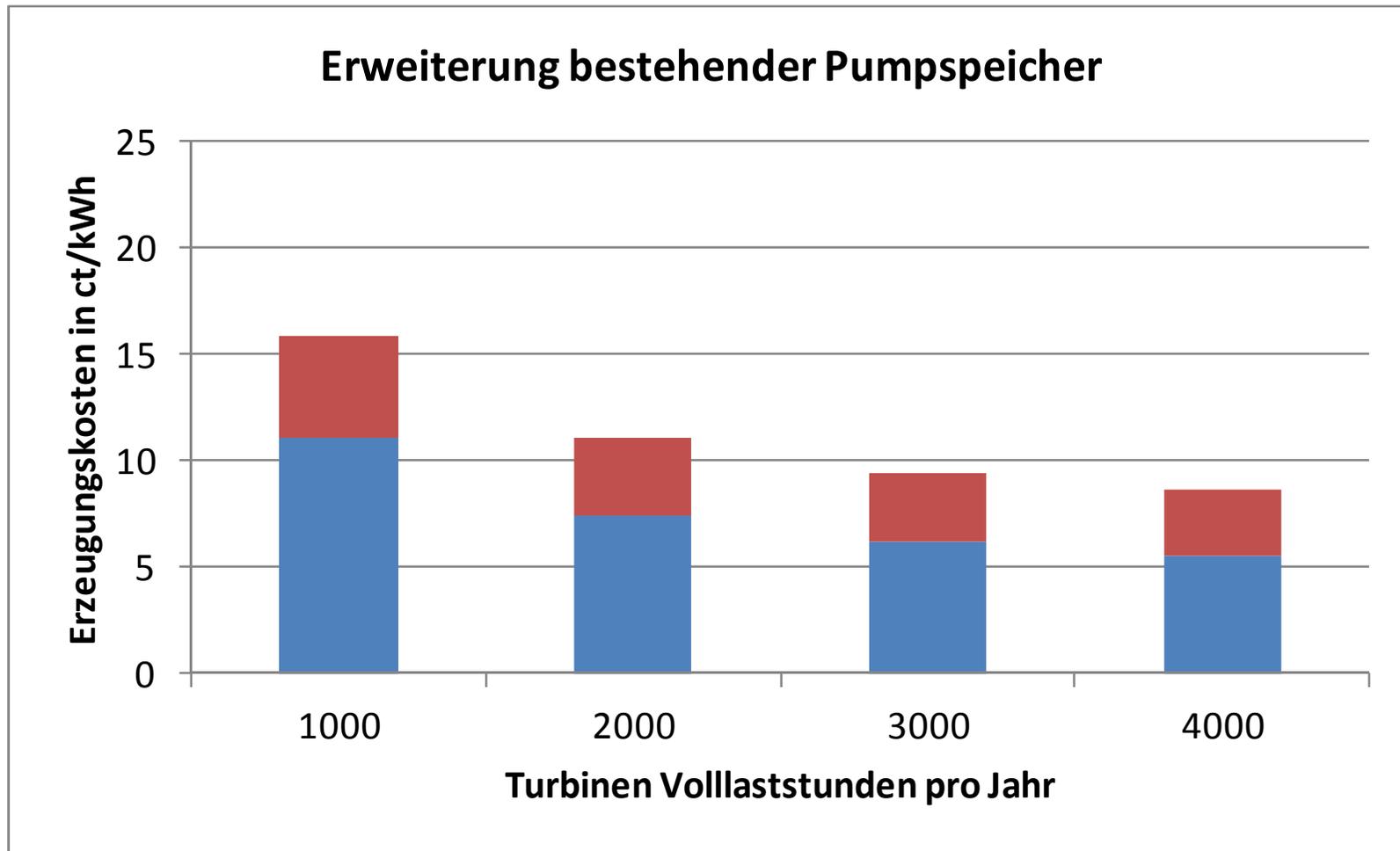
max. gleichzeitig wahrscheinlich aktive Leistungen
ohne Pumpspeicher, Biomasse, Geothermie



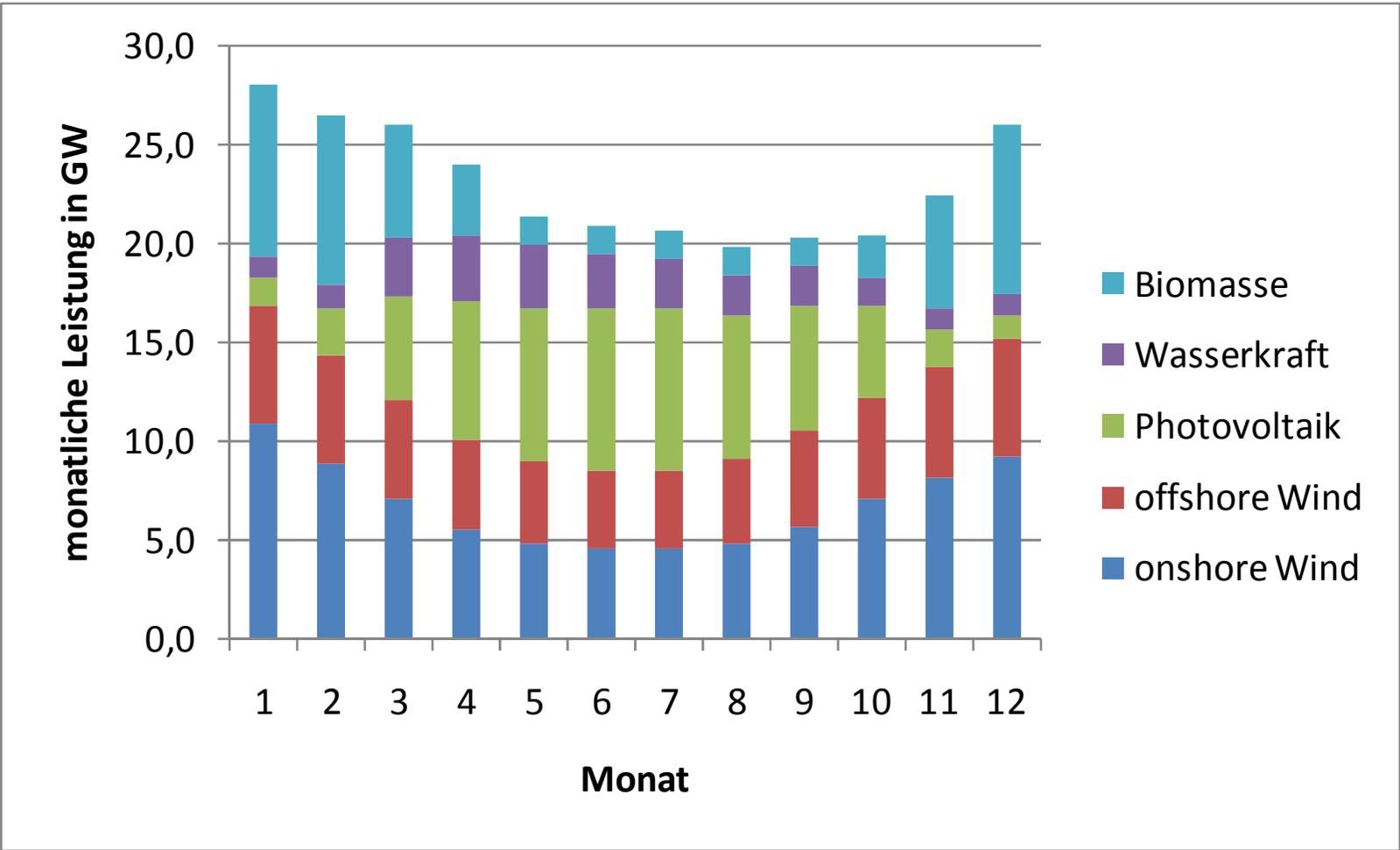
Erzeugungskosten Pumpspeicher (Neubau)



Erzeugungskosten Pumpspeicher Erweiterung bestehender Anlagen



Monatliche Leistungen der EE in DE



Nutzungsgrad der thermischen Backup-Kraftwerke

